*Название рубрики: Транспортные системы и инфраструктура***УДК 629.113.0.025:711.4**

**Электрозарядные станции как ключевой элемент инфраструктуры современного города: проблемы и пути развития**

**© П. А. Ламуев**  
Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
г. Иркутск, Российская Федерация

Стремительная электрификация транспорта, являющаяся глобальным ответом на климатические вызовы и проблему загрязнения городского воздуха, порождает острую потребность в развитии зарядной инфраструктуры. Целью данной статьи является комплексный анализ роли электрозарядных станций (ЭЗС) в формировании устойчивой городской среды, систематизация ключевых проблем на пути их массового внедрения и выработка рекомендаций по их решению. В работе применены методы системного анализа, классификации и синтеза данных из современных источников. В результате проведенного исследования дана детальная классификация ЭЗС по скорости заряда и типам размещения, проанализирована их многогранная роль (экологическая, экономическая, социально-градостроительная). Выявлены ключевые проблемы: технологические (перегрузка сетей, отсутствие единых стандартов), экономические (высокие капитальные затраты, длительный срок окупаемости) и регуляторные (бюрократические барьеры). В качестве основных путей решения предложены: внедрение технологий «умной зарядки» (Smart Charging, V2G) и интеграция с ВИЭ; развитие бизнес-моделей государственно-частного партнерства (ГЧП); активное регулирующее участие государства, включая упрощение процедур и обновление строительных норм. Сделан вывод, что успешное развитие зарядной инфраструктуры, основанное на синергии технологий, бизнеса и регуляторики, является обязательным условием для перехода к экологичной и интеллектуальной городской мобильности.

*Ключевые слова: электрозарядная станция (ЭЗС), зарядная инфраструктура, электротранспорт, городская среда, умная зарядка (Smart Charging), государственно-частное партнерство (ГЧП), устойчивое развитие.*

**Electric vehicle charging stations as a key element of modern urban infrastructure: challenges and development paths**

**© Pavel A. Lamuev**  
Irkutsk National Research Technical University,  
Irkutsk, Russian Federation

The rapid electrification of transport, a global response to climate challenges and urban air pollution, creates an acute need for charging infrastructure development. The purpose of this article is a comprehensive analysis of the role of electric vehicle charging stations (EVCS) in the formation of a sustainable urban environment, systematization of the key problems on the path to their mass implementation, and the development of recommendations for their solution. The work applies methods of system analysis, classification, and synthesis of data from modern sources. As a result of the study, a detailed classification of EVCS by charging speed and placement types is given, and their multifaceted role (environmental, economic, socio-urban planning) is analyzed. Key problems are identified: technological (grid overload, lack of unified standards), economic (high capital costs, long payback period) and regulatory (bureaucratic barriers). The main solutions proposed are: the introduction of "smart charging" technologies (Smart Charging, V2G) and integration with renewable energy sources (RES); development of public-private partnership (PPP) business models; active regulatory participation of the state, including simplification of procedures and updating of building codes. It is concluded that the successful development of charging infrastructure, based on the synergy of technology, business, and regulation, is a prerequisite for the transition to environmentally friendly and intelligent urban mobility.

*Keywords: electric vehicle charging station (EVCS), charging infrastructure, electric transport, urban environment, smart charging, public-private partnership (PPP), sustainable development.*

Актуальность темы обусловлена глобальной трансформацией транспортного сектора в условиях борьбы с изменением климата и загрязнением атмосферы городских агломераций. Электромобильность утвердилась в качестве одного из центральных трендов современности, однако её широкое распространение имеет жесткую зависимость от развития соответствующей инфраструктуры, ключевым элементом которой выступают электрозарядные станции (ЭЗС). Динамичный рост мирового парка электромобилей в последние годы опережает темпы создания удобной, доступной и технологически сбалансированной зарядной сети, создавая существенный барьер для массовой адаптации данного вида транспорта.

Цель исследования – комплексный анализ роли ЭЗС в структуре современной городской инфраструктуры, идентификация ключевых проблем их развертывания и эксплуатации, а также систематизация перспективных направлений и механизмов их решения.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Провести классификацию электрозарядных станций по основным технологическим и эксплуатационным параметрам.
2. Проанализировать многогранное влияние зарядной инфраструктуры на экологическую, экономическую и социально-пространственную среду города.
3. Выявить и структурировать основные технологические, экономические и нормативно-правовые проблемы развития сети ЭЗС.
4. Предложить комплекс технологических, организационных и регуляторных решений для преодоления выявленных проблем.

**1. Электрозарядные станции: понятие, типы и классификация**

Электрозарядная станция (ЭЗС) представляет собой специализированный комплекс оборудования, предназначенный для передачи электрической энергии в тяговую аккумуляторную батарею (ТАБ) электромобиля. Данные объекты являются критически важным элементом экосистемы электротранспорта, обеспечивающим его энергетическую автономию [1].

**1.1. Основным критерием, определяющим сценарий использования ЭЗС, является скорость заряда:**

* **Медленные** (AC, ~3-22 кВт): используют переменный ток (AC). Время полного заряда составляет 6-12 часов. Применяются в местах длительного пребывания транспортного средства: у жилых домов, офисных зданий, придомовых парковках [2].
* **Быстрые** (DC, ~50-150 кВт): используют постоянный ток (DC), преобразуемый станцией из сетевого переменного. Время заряда ТАБ до 80% составляет 20-40 минут. Размещаются на магистралях, вблизи торговых центров и на общественных парковках [3].
* **Сверхбыстрые** (HPC, >150 кВт): новое поколение станций постоянного тока. Позволяют зарядить батарею до 80% за 15-25 минут. Ключевое применение – основные транспортные коридоры и крупные логистические узлы, где критически важно минимальное время простоя [4].

**1.2. По признаку доступности ЭЗС делятся на:**

* **Публичные**: коммерческие станции, открытые для всех пользователей.
* **Частные (домашние)**: установленные для личного использования.
* **Полупубличные**: расположенные на территориях бизнес-центров, отелей, супермаркетов и доступные для их клиентов.

**2. Роль зарядной инфраструктуры в развитии городской среды**  
Развитие сети ЭЗС оказывает системное воздействие на город.

**2.1. Экологический аспект**. Массовый переход на электротранспорт, обеспеченный инфраструктурой, приводит к прямому снижению выбросов загрязняющих веществ (NOx, CO, PM) и парниковых газов в городском воздухе [5].

**2.2. Экономический аспект**. Создание сети ЭЗС стимулирует новые рынки (обслуживание, производство оборудования), привлекает инвестиции в «зелёные» технологии и увеличивает потребительскую активность в местах размещения станций [6].

**2.3. Социальный и градостроительный аспект**. Доступная инфраструктура снижает «беспокойство о запасе хода» (range anxiety), повышая привлекательность электромобилей. ЭЗС становятся элементом формирования имиджа «умного» города (Smart City) и способствуют снижению шумового загрязнения [7].

**3. Проблемы и перспективные направления развития  
3.1. Ключевые проблемы.**

* Технологические: риск пиковых нагрузок на электросети, неравномерность географического распределения («зарядные пустыни»), фрагментация стандартов разъёмов и протоколов связи (CCS, CHAdeMO, GB/T) [8].
* Экономические: высокие капитальные (оборудование, подключение) и операционные затраты при длительном сроке окупаемости, фрагментированность систем оплаты [9].
* Нормативно-правовые: сложные и длительные процедуры согласования и подключения, отсутствие единых регламентов размещения и технических требований [10].

**3.2. Пути решения и перспективы.**

* Технологические решения: внедрение «умной зарядки» (Smart Charging) для управления нагрузкой; развитие технологии V2G (Vehicle-to-Grid); интеграция ЭЗС с ВИЭ и накопителями энергии; создание хабов быстрой зарядки [11].
* Экономические модели: развитие механизмов ГЧП, предоставление целевых субсидий, создание единых платформ для сквозной оплаты (roaming), комбинирование зарядки с дополнительными сервисами [12].
* Государственное регулирование: упрощение административных процедур («одно окно»), внесение требований по зарядной инфраструктуре в строительные нормы (например, обязательное количество зарядных точек на парковке нового здания), разработка единых национальных стандартов [13].

Электрозарядная станция эволюционировала из простого зарядного устройства в сложный технологический узел и значимый элемент городской инфраструктуры. Её развитие напрямую влияет на экологию, экономику и качество городской жизни. Несмотря на комплекс проблем технологического, экономического и регуляторного характера, инструменты для их решения уже сформированы. К ним относятся: интеллектуальные системы управления энергией, гибкие бизнес-модели при поддержке государства и чёткое нормативное регулирование.

Успешное и устойчивое развитие зарядной инфраструктуры, основанное на принципах синергии и технологической интеграции, является не просто сопутствующим условием, а фундаментальной основой для перехода к новой парадигме городской мобильности – экологичной, умной и ориентированной на человека.

**Библиографический список**

1. ​Шпилькин С. В., Иванов А. А. Перспективы развития инфраструктуры для зарядки электрического транспорта в Российской Федерации // Транспорт на альтернативном топливе. 2022. № 4 (82). С. 18–25.
2. ​Гайват Х. и др. «Интеллектуальная зарядная инфраструктура для электромобилей: всесторонний обзор» // Energies. — 2023. — Т. 16, № 5. — С. 2051.
3. ​Европейское агентство по окружающей среде (EEA). Электромобили и энергетический сектор — влияние на будущие выбросы в Европе. Отчет EEA № 09/2022. Люксембург: Бюро публикаций Европейского союза, 2022.
4. ​McKinsey & Company. Будущее мобильности: активное развитие инфраструктуры для электромобилей. 2021. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-future-of-mobility-charging-ahead-with-electric-vehicle-infrastructure> (дата обращения: 01.03.2024).
5. ​Мелкумов Г.Л. Умный город: интеграция зарядной инфраструктуры в городское пространство // Архитектура и современные информационные технологии. 2023. № 1(62). С. 45–57.
6. ​Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA). Инновационная перспектива: Умная зарядка для электромобилей. Абу-Даби: IRENA, 2019.
7. ​Головнин М. Ю., Петрова И. С. Экономические аспекты развития сети зарядных станций для электротранспорта // Экономика региона. 2021. Т. 17, № 4. С. 1348–1362.
8. Министерство транспорта Российской Федерации. Концепция развития электрического транспорта в Российской Федерации до 2030 года (проект). М., 2023.
9. Кемптон В., Томич Й. «Основы технологии Vehicle-to-Grid: расчёт мощности и чистого дохода» // Journal of Power Sources. — 2005. — Т. 144, № 1. — С. 268–279.World Bank Group. Public-Private Partnerships in Electric Vehicle Charging Infrastructure. Washington, DC: World Bank, 2020.
10. Европейский союз. Директива 2014/94/ЕС о развертывании инфраструктуры для альтернативных видов топлива // Официальный журнал Европейского союза. — L 307. — 28.10.2014.

**Сведения об авторах / Information about the Authors**

**Ламуев Павел Александрович,**

студент группы АД-22-1,

Институт архитектуры, строительства и дизайна,

Иркутский национальный исследовательский технический университет,

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Российская Федерация,

e-mail: plamuev2@gmail.com

**Pavel A. Lamuev,**

Student,

Architecture, Construction and Design Institute,

Irkutsk National Research Technical University,

83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russian Federation,

e-mail: plamuev2@gmail.com